ENTWICKLUNGSÄNDERUNGEN BEI LEBERMOOSEN

von

A. J. M. GARJEANNE (Venlo).

Mit Tafel V.

Der Gametophyt der Lebermoose ist bekanntlich Änderungen in den Lebensverhältnissen gegenüber sehr empfindlich und zeigt eine Plastizität, die in allen Hand- und Lehrbüchern erwähnt wird. Wenn auch Algen, Pilze und zahlreiche Phanerogamen willkürlich zu Entwicklungsänderungen gezwungen werden können, so haben doch die Lebermoose, besonders den Laubmoosen gegenüber, immer als Musterbeispiel einer besonderen Variabilität in ihren Erscheinungsformen gegolten. Wer Lebermoose kultiviert, kann tagtäglich beobachten, wie leicht und schnell bisweilen geringfügige Änderungen in den äusseren Umständen zu einem Formwechsel Anlass geben, der häufig ganz erstaunlich sein kann.

Da kann es nicht wunder nehmen, dass man dem systematischen Wert vieler als selbständige Einheiten verschiedenen Ranges beschriebenen Formen skeptisch gegenübersteht, besonders wenn die Beschreibung auf spärlichem, getrocknetem Material gegründet ist. Ohne Zweifel sind viele dieser kleinen Spezies, Subspezies u.s.w. zurecht aufgestellt worden, aber gewiss auch sind in den Lebermoosfloren Formen beschrieben, die jede systematische Selbständigkeit entbehren, weil sie von äusseren Umständen bedingt und zu jeder Zeit in eine andere Form „um zu kultivieren" sind.

Daraus erklärt sich auch die Unsicherheit vieler Lebermoosbestimmungen, deren Resultat je nach dem benützten Bestimmungswerk wechseln kann. Daraus erklärt sich weiter, warum so bekannte Lebermoossystematiker, wie Schiffner, Warnstorf, Müller u.A. zu bisweilen grundverschiedener Wertschätzung von Herbarmaterial gelangen. Da könnte man, mit Macvicar in seinem „The Student's Handbook of british Hepatics" die meisten Subspezies, Varietäten, Formen u.s.w. ausser Acht lassen (der Autor erwähnt auf Seite XXII der Einleitung das allgemeine Vorkommen von „depauperate" und „etiolate" Formen als Folge von Nahrungs- und Lichtarmut) oder man sollte sich durch die Kultur unter verschiedenen Verhältnissen ein Urteil über den systematischen Wert zu verschaffen suchen. Ersteres ist nur in einem „Student's Handbook" zulässlich, letzteres stösst häufig auf praktische Schwierigkeiten, weil Lebermoose, besonders unter ungünstigen Lebensverhältnissen, nicht eben leicht zu kultivieren sind.

An einigen Beispielen möchte ich hier zeigen, dass zwei Umstände von grösster Wichtigkeit sind für die Formänderung eines Lebermooses. Das sind die Feuchtigkeit und der CO_2-Gehalt der Luft. Diese beiden können so in das normale Wachstum der Pflanze eingreifen, dass dadurch Formen entstehen, welche der Stammpflanze nur entfernt ähnlich sind und deren Beschreibung als „var. *gracilis, elongata, microphylla*" u.s.w. nichts im Wege stände, wenn es nicht experimentell hervorgerufene Formen wären.

Von den verschiedenen Arten, welche in dieser Hinsicht geprüft wurden (etwa 20) nenne ich hier nur drei: 1 *Calypogeia fissa* (= *C. Trichomanis* var. *fissa*), 2 *Lepidozia setacea* (= *Microlepidozia setacea*) und 3 *Lophozia bicrenata.* Von diesen Arten hatte ich in 1925 und 1926 zusammen etwa 200 Kulturen. Hier kommen nur die in Betracht, wobei die Pflanzen auf ihrem natürlichen Substrat (Heide-

und Torfboden) weiter gezüchtet wurden. In offenen Glasdosen oder anderen kleinen Behältern wachsen diese Arten im Zimmer gut, werden aber meistens schnell von Pilzen (besonders Rhizopus) befallen und verkümmern dann, bis sie absterben. Daher wurden alle Kulturgefässe mit Glas bedeckt und z. T. im Zimmer gehalten, teils auch in den Garten gebracht und dort an einer hellen, aber vor directem Sonnenlicht geschützten Stelle belassen.

Während nun bei ziemlich trocken gehaltenen Lebermoosen kaum Änderungen eintraten, zeigten die Pflanzen in sehr feucht gehaltenen Kulturen alsbald grössere Abweichungen vom Typus.

1. Das Längenwachstum wird beschleunigt, sowohl bei Pflanzen im vollen Tageslicht, wie bei den schwächer beleuchteten im Zimmer. Diese zeigten zu gleicher Zeit die starke positieve Phototropie des Stengels. Wenn also nicht die Abnahme der Lichtintensität an sich Ursache des stärkeren Längenwachstums ist, ebenso wenig ist es eine Folge der grossen Luftfeuchtigkeit. Denn auch in der Natur wachsen viele Lebermoose, (auch die drei Versuchsarten) häufig an Stellen, die dauernd sehr feucht sind, ohne das dadurch auffallend verlängerte Stammchen auftreten.

Weiter zeigen die Pflanzen eine sehr auffallende Reduktion der Blattfläche. Diese geht so weit, dass z. B. die Calypogeia fissa fast unkenntlich wird. Statt der breiten und grossen, an der Spitze eingekerbten Blättern entstehen solche, die dem Stengel wie Flügel angeheftet sind. Auf breiter Basis bildet sich nur eine sehr Kurze, schwach sichelförmig gebogene Blattspreite, die gewöhnlich in eine einfache, kurze Spitze ausläuft. In der Natur sind diese kleinblättrige Triebe selten, auch wohl dadurch, dass an solchen Trieben meistens reichlich Gemmenbildung eintritt, wodurch die Blattanlage sich nicht mehr zu einer normalen Spreite entwicklen kann.

Die Lepidozia setacea findet man an moorigen Stellen

auf der Heide, in Mooren und in Erlensumpfen als freudig- bis dunkelgrüne verworrene Räschen. Die reichverzweigten Stengelchen tragen tief dreiteilige Blätter, deren Zipfel an der Spitze einzellig, an der Basis 2—3 Zellen breit sind. Diese Art ändert sich in der Kultur nur langsam, aber auch hier tritt schliesslich Blattreduktion und Stengelverlängerung ein, die soweit gehen, dass die Blätter oft nur einfache Zellreihen bilden an schmächtigen, wenig verzweigten Stämmchen. Die Kutikula, die bei normalen Pflanzen warzig rauh ist, wird im absolut feuchten Raum glatt.

Lophozia bicrenata bildet im Freien kleine, niedrige Räschen mit gedrängt stehenden, für eine so kleine Pflanze ziemlich grossen Blättern, mit untiefem, fast halbmondförmigen Einschnitt und mit gleichmässig stark verdickten Zellwänden. Bei Kultur in feuchter Luft entstehen verlängerte Triebe mit lockergestellten, sehr viel kleineren Blättern mit nur wenig verdickten Zellwänden. Die Pflanzen sehen dann mit ihren ziemlich tief und scharf eingeschnittenen Blättchen, die nur aus 20—30 Zellen bestehen, einer kleinen *Cephaloziella* täuschend ähnlich.

Doch werden die Blattreduktion und die Stengelverlängerung nicht allein von der grossen Luftfeuchtigkeit verursacht. Der zweite Faktor, der hier eine Rolle spielt, ist der CO_2-Reichtum der Luft in den Kulturgefässen. Der CO_2-Gehalt entstammt nicht nur der Atmung der Versuchspflanzen, aber mit dem Heide- oder Moorboden kommen noch so viele Organismen, sowohl Pflanzen als Tiere, mit in die Glasdosen, dass dadurch die Luft bedeutend mehr CO_2 enthält, wie die Aussenluft (wie sich auch leicht zeigen lässt). Werden nun Kulturen angelegt in zwar sehr feuchter, aber CO_2-armer Luft, *so bleiben Blattreduktion und Stengelverlängerung aus.* Da die Pflanzen in absolut CO_2-freier Luft natürlich nicht wachsen, wurde entweder nur übernacht die Luft in den Kulturgläsern durch Einstellen eines

kleinen Behälters mit KOH CO_2-frei gemacht, oder die Pflanzen wurden abwechselnd 24 Stunden in CO_2-reicher und 24 Stunden in CO_2-freier Luft kultiviert. Das Resultat ist in beiden Fällen dasselbe: zwar wachsen die Pflanzen etwas weniger gut wie an ihrem natürlichen Standort, aber die Blätter werden nicht merklich kleiner und die Stengelchen verlängeren sich nicht stärker als von einer normalen Pflanze zu erwarten ist.

Zu gleichen Ergebnissen führten die Kulturen von anderen Arten aus der Reihe der Jungermanniales (*Diplophyllum, Haplozia, Lophocolea, Leptoscyphus anomalus, Odontoschisma sphagni, Alicularia*). Da aber diese Kulturen weniger umfangreich waren und sich nur über kürzeren Perioden erstreckten, werden sie hier nur beiläufig erwähnt.

Nun können aber auch in der Natur die Lebermoose wachsen unter Umständen, die mit denen der Kulturen völlig übereinstimmen oder ihnen wenigstens sehr ähnlich sind.

Im Allgemeinen findet man zwei „extreme" Wuchsformen. An offenen, diffüsem Licht und dem Winde zugänglichen Stellen befinden sich die meisten West-Europäischen Lebermoose in günstigster Lebenslage. Directes Sonnenlicht schadet mehr oder weniger und wirkt hemmend: die Pflanzen bleiben klein und gedrungen; die Zellwände färben sich rötlich bis rostbraun. In diffüsem Lichte und in feuchter Luft, so in Wäldern, an den Kanten breiteren Gräben im Walde oder im Moor, auf Torfmoospolstern, an feuchtem Gestein u.s.w. findet man üppige Pflanzen, die es unter günstigen Nahrungsbedingungen zu relativem Riesenwuchs bringen können. In allen diesen Umständen ist die umgebende Luft relativ CO_2-arm, dafür sorgen die an offenen Stellen immer wirkenden Luftzüge, die genügend für die Ventilation sorge trägen, um eine Anhäufung von CO_2 in der Nähe der Moospflänzchen zu verhindern. Die eigentümlichen, kleinblättrigen und lang-

stengeligen Formen findet man denn auch an solchen Stellen nicht.

Anders dort, wo durch Laubmooskissen, dichtes Gestrüpp von Heide oder sonstigen kleinen Sträuchern der Zutritt von Licht und Wind verhindert wird. In solchen Umständen wachsen eben die Lebermoose an den Kanten von schmalen Graben, Wagenspuren auf der Heide, in kleinen Höhlen und auch die unter Algenschleim nur dürftig weiter lebenden Pflänzchen. In dieser meist sehr feuchten Umgebung ist die Luft sehr CO_2-reich: dafür sorgen nicht nur die Moose selbst, die beim schwachen Lichte nur schwach assimilieren aber ziemlich normal atmen, sondern auch die vielen an solchen Stellen lebenden Pilze und die ganze Mikroflora und -fauna, die eben dort oft erstaunlich reich ist. Der Wind ist bei solcher geschützten Lage meist nicht im Stande die Ventilation zu besorgen. Das wirklich die Luft an den genannten Stellen in Frühjahr und Sommer sehr CO_2-reich ist, davon überzeugt man sich leicht (durch Einsaugen einer Luftmenge aus der unmittelbaren Nähe des Bodens in ein Gefäss mit Kalkwasser.)

Die unter solchen Lebensbedingungen wachsenden Lebermoose zeigen nun oft die eigentümlichen Formen mit kleinen Blättern und verlängerten Stengelchen, die genügend vom normalen Typus abweichen können, um die Beschreibung als besondere Form oder Varietät begreiflich zu machen.

Die einzig richtige methode um in solchen Fällen über den systematischen Wert zu entscheiden, ist die Kultur. Beim Studium von Algen und Pilzen wird keiner es wagen, einer in der Natur gefundenen „neuen" Form ohne Weiteres einen Namen zu geben. Erst durch Kultur unter verschiedenen Bedingungen lernt man den oft sehr grossen Formenkreis kennen, der zu der betreffenden Art gehört. Für die Lebermoose, wenigstens für die beblätterten Jungermanniales, gilt dasselbe. Denn nicht nur Stengel und

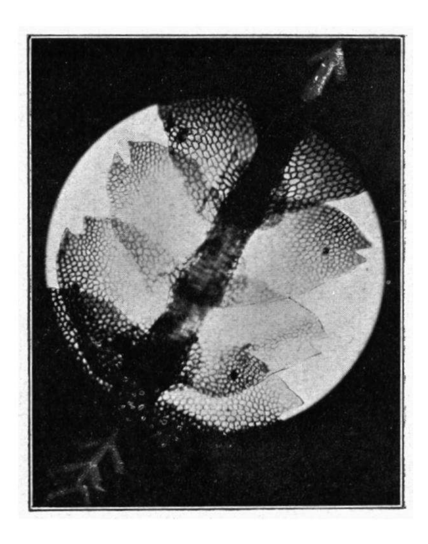


Fig. 1. Normaler Stengel von *Calypogeia fissa* × 15.

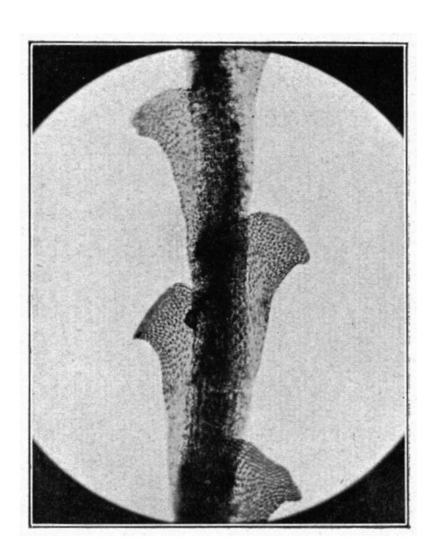


Fig. 2. Stengelstück mit reduzierten Blättern von *Calypogeia fissa*. (Kultur in feuchter, CO_2-reicher Luft) × 15.

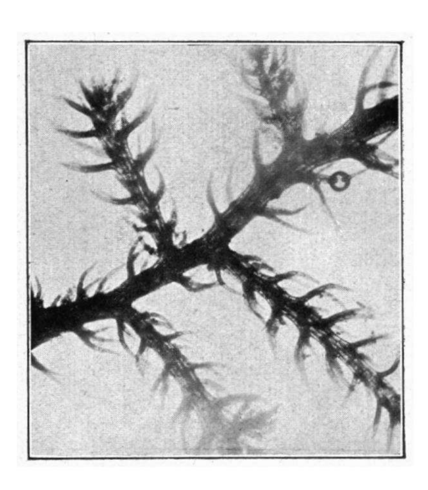


Fig. 3. Normaler Stengel von *Lepidozia setacea* × 18.

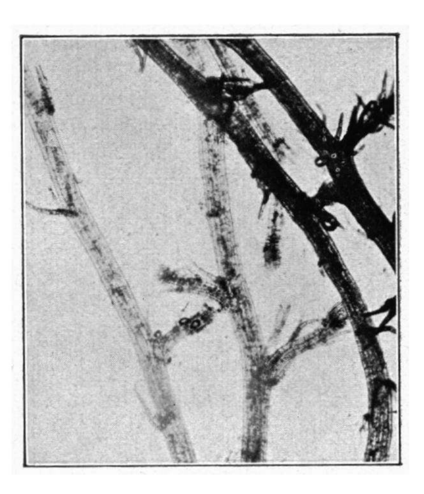


Fig. 4. Verlängerte, nur wenig verzweigte Stengelchen mit reduzierten Blättern (Kultur in feuchter, CO_2-reicher Luft) × 18.

Sämtliche Figuren sind verkleinerte Reproduktionen von Mikrophotos nach lebendem Material.

Blatt werden in ihrer Entwicklung von äusseren Umständen stark beeinflusst, sondern auch Rhizoidbildung, Gemmenbildung, Grösse, Form und Zahl der Gemmen, sogar das „Zellnetz" das bei der Lebermoosbeschreibung von grosser Wichtigkeit ist, zeigt sich doch nicht so konstant in seiner Ausbildung, denn Form, Grösse, Zahl, Inhalt und Wandverdickung können bisweilen stark vom Typus abweichen (man beobachte z. B. die Ölkörper bei *Calypogeia, Alicularia, Lophozia ventricosa* u.a.)

Da nun die Anpassungserscheinungen vieler Arten parallell verläufen, wird es erklärlich, dass ihre verschiedene Formen in einander greifen und dass dadurch ein Labyrinth entsteht, woraus nur durch die Kultur der betreffenden Formen einen Ausweg zu finden ist. Die genaue Vergleichung solcher Formen *allein* führt nicht zum Ziel.

Da möchte man die glückliche Tatsache hervorheben, dass der Sporophyt der Lebermoose konstante Merkmale abgiebt. So heisst es wenigstens. Da aber von vielen Arten die Sporogonien und sogar die Perianthen selten sind, darf es nicht Wunder nehmen, dass man von der Variationsbreite und der Anpassungsfähigkeit des Sporophyten kaum etwas weiss. Auch hier könnte die Kultur von geeigneten Arten dazu führen, unsere Kenntnisse auf breitere Basis zu stellen und dadurch unser Wissen von dem Formenreichtum der Lebermoose zu vertiefen.
